

PROTOCOLO DE ESPIROMETRÍA

I. NOMBRE Y CODIGO DEL PROCEDIMIENTO:

ESPIROMETRÍA

CODIGO: PROCEDIMIENTOS ESPECIALES NO ESPECIFICADOS:

Z 01.8

II. DEFINICIÓN

La espirometría es una prueba básica de función mecánica respiratoria, es crítica para el diagnóstico y la vigilancia de enfermedades pulmonares crónicas, como el Asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), problemas de salud pública en todo el mundo. Esta prueba fue posible gracias a la invención del espirómetro por John Hutchinson hace más de siglo y medio.

Al volumen de aire (en litros) que se puede sacar de los pulmones totalmente inflados se le llama **CAPACIDAD VITAL FORZADA**. Hutchinson acuñó el nombre de capacidad vital porque observó que correlacionaba con la “vitalidad” del individuo. Además, se dice que es forzada porque se requiere que el aire se saque con máximo esfuerzo. La enfermedad pulmonar puede hacer que disminuya la FVC.

La medida más importante del flujo de aire es el **VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN UN SEGUNDO** (FEV1). Esta es la cantidad de aire que puede sacar un individuo un segundo después de iniciar la exhalación teniendo los pulmones completamente inflados y haciendo su máximo esfuerzo; el FEV1 es aproximadamente el 80% de la FVC. La otra medida importante que se hace en la espirometría es el cociente FEV1/FVC. ^(1,2)

III. INDICACIONES: ⁽¹⁾

1. Indicación general

La valoración objetiva de la función mecánica respiratoria se considera siempre como una indicación general de espirometría.

2 Diagnóstica

- a) Síntomas: sibilancias, disnea, ortopnea, tos, flema o dolor torácico
- b) Signos: ruidos respiratorios disminuidos, hiperinflación, lentitud espiratoria, deformidad torácica, presencia de estertores.
- c) Pruebas anormales: hipoxemia, hipercapnia, policitemia, radiografía de tórax anormal.

3. Impacto de la enfermedad en la función respiratoria

La espirometría no sólo es un auxiliar diagnóstico crucial, en particular en enfermedades respiratorias obstructivas (Asma y EPOC), también permite cuantificar el impacto de la enfermedad en la función.

La gravedad de la obstrucción correlaciona substancialmente con síntomas como la disnea y con la calidad de vida de los enfermos.

4. Escrutinio de individuos en riesgo de enfermedad pulmonar

El escrutinio de individuos en riesgo de enfermedad pulmonar, como fumadores crónicos o con exposición ocupacional, son las indicaciones más frecuentes de realizar una espirometría en valoración clínica rutinaria.

5. Monitorización y vigilancia de enfermedad

La espirometría es una prueba muy útil en la vigilancia y monitorización de tratamientos como: broncodilatadores, esteroides, en las enfermedades intersticiales del pulmón, en la insuficiencia cardíaca crónica, y en el de antibióticos en la fibrosis quística.

6. Pronóstico

La espirometría es una prueba pronóstica ya que correlaciona con la esperanza de vida de las personas y con la morbi-mortalidad operatoria (trasplante pulmonar, resección pulmonar, cirugía en EPOC). Además, es recomendable valorar el estado funcional antes de enrolarse en actividades físicas intensas.

7. Descripción del curso de la enfermedad

La espirometría es útil con fines clínicos o de investigación para describir el curso de enfermedades pulmonares crónicas, como las enfermedades intersticiales, la EPOC, el Asma, la insuficiencia cardíaca crónica, las enfermedades neuromusculares, o en sujetos

expuestos a ocupaciones peligrosas (asbesto u otras neumoconiosis), reacciones adversas a drogas, toxicidad pulmonar o radiación.

8. Valoración de impedimento y discapacidad respiratoria

La espirometría es la prueba funcional respiratoria más importante en los procesos médico-legales de valoración de impedimento respiratorio para la determinación de discapacidad. Asimismo, se indica para valoración de riesgos para aseguramiento médico; como parte de un programa de rehabilitación y en casos legales para compensación a trabajadores o por lesiones físicas.

9. Salud pública

La espirometría se realiza ampliamente en estudios epidemiológicos ante diferentes exposiciones, curso de enfermedad, valoración objetiva de síntomas y para la generación de ecuaciones de valores de referencia o normales.

IV. CONTRAINDICACIONES: No existe contraindicaciones absolutas, sólo relativas. ⁽¹⁾

Relativas:

1. Infarto miocárdico reciente o crisis cardíaca
2. Enfermedad cardíaca o reciente
3. Cirugía reciente (ojos, oído, tórax o abdomen)
4. Embarazo avanzado o con complicaciones
5. Estado de salud precario, inestabilidad cardiovascular, fiebre, náusea, vómitos, etc.
6. Neumotórax
7. Tuberculosis activa sin tratamiento, influenza, etc.
8. Hemoptisis
9. Aneurismas grandes, cerebral, abdominal, torácico
10. Sello de agua o traqueotomía
11. Otitis media

V. REQUERIMIENTOS

Para realización de espirometrías se necesita un espacio exclusivo con medidas de protección adecuadas como buena ventilación y flujos de aire, esto permite mayor concentración por parte del paciente y del técnico realizador de la espirometría. La superficie requerida para la práctica de la espirometría con los equipos mínimos no es mayor de 2 x 3 metros, debe ser suficiente para contener un tallímetro, báscula, termómetro para la temperatura ambiente, barómetro y los diversos muebles y objetos acompañantes, como un sillón de brazos cómodo para el paciente, un sillín para el técnico y una superficie en la mesa donde esté situado el aparato, que permita el cálculo y registro de datos por parte del técnico.⁽⁷⁾

No todos los espirómetros requieren calibración. Hay que ha demostrado que permanece estable durante toda la vida útil del producto. Se han publicado varios artículos independientes en los que se confirma esta estabilidad a largo plazo.

Para organizaciones como el NIOSH o la OSHA o la Seguridad Social, en las que las comprobaciones de calibración son obligatorias, se puede usar una jeringa de calibración de 3 litros. No debe confundirse «comprobación de calibración» (también conocida como «Cal-Check») con la calibración. Una comprobación de calibración es un procedimiento que permite verificar si el dispositivo respeta los límites de calibración. Al contrario que la calibración, en una Cal-Check no se ajustan los valores de calibración (cifras)⁽⁸⁾.

VI. CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD^(1,2)

Para interpretar adecuadamente una espirometría es imprescindible graduar la calidad de la misma, para esto siempre se debe contar al menos tres esfuerzos o maniobras espirométricas, también llamadas maniobras de FVC. El primer paso es determinar si las maniobras reúnen **criterios de aceptabilidad**; estos criterios evalúan el inicio del esfuerzo, la duración y terminación del mismo y si las maniobras están libres de artefactos. El segundo paso es conocer si la prueba **es repetible**; esto significa que dos maniobras deben ser muy parecidas (<150 mL de diferencia) entre los mejores valores de FEV1 y FVC.

CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD

Inicio adecuado:

Elevación abrupta y vertical en la curva FV

Terminación adecuada:

Sin cambios >25 mL por al menos 1 segundo en la curva VT

Duración de la espiración al menos 6 seg (>10 años) y de 3 seg en <10 años

Libre de artefactos:

Sin terminación temprana

Sin tos

Sin cierre glótico

Sin esfuerzo variable

Sin exhalaciones repetidas

Sin obstrucción en boquilla o fuga alrededor de la misma

Sin errores de línea de base (sensores de flujo)

INICIO ADECUADO DE LA MANIOBRA ESPIROMÉTRICA

Para evaluar si el comienzo de una maniobra espirométrica es adecuada se debe observar la gráfica FV.

La curva de FV debe tener forma triangular con inicio abrupto y muy vertical, alcanza la formación de un vértice, PEF. Éste se genera antes de 0.1 segundos y es altamente dependiente del esfuerzo del individuo.

TERMINACIÓN ADECUADA DE LA MANIOBRA ESPIROMÉTRICA

El criterio de terminación del esfuerzo espiratorio se establece cuando no se registra cambio en volumen mayor a 25 mL (curva VT) durante al menos un segundo, siempre y cuando el sujeto haya exhalado durante al menos tres segundos, en caso de niños menores de 10 años, y durante al menos seis segundos en individuos de 10 años o más. No obstante, se permite al individuo terminar la maniobra en cualquier momento que sienta alguna molestia, especialmente si existe sensación de mareo o cercana al desmayo. En espirometría de consultorio se puede utilizar el FEV6 como equivalente de la FVC, este parámetro es más fácil de obtener.

VII. VALORACIÓN DE REPETIBILIDAD^(1,2)

Repetibilidad

Es la mayor coincidencia entre resultados obtenidos de mediciones sucesivas que implican mismo método, mismo observador, mismo instrumento, mismo lugar, misma condición, repetidas sobre un periodo corto de tiempo.

Reproducibilidad

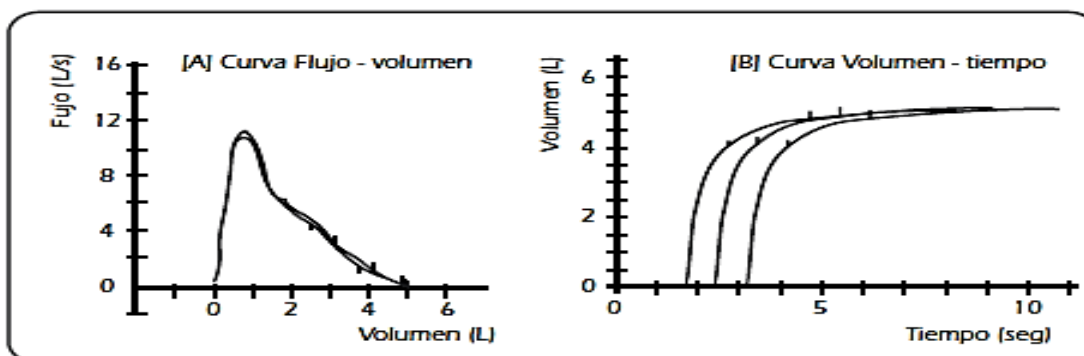
Es la mayor coincidencia entre resultados de mediciones sucesivas que implican diferentes condiciones como método de medición, observador, instrumento, lugar, condiciones de uso y tiempo.

Usando estas definiciones, en una espirometría simple con varias maniobras consecutivas de FVC se puede revisar la repetibilidad de la prueba. En contraste, si un sujeto recibe broncodilatador y la prueba se repite 15 minutos después, el observador necesita conocer la reproducibilidad de la prueba para juzgar esta comparación.

Evaluación de repetibilidad

1. Contar con tres maniobras de FVC aceptables
2. Se aplica a FVC y FEV1
3. La diferencia entre los dos valores más altos de FVC o FEV1 debe ser <0.15 L (150 mL)
4. Espirometrías con repetibilidad >150 mL son más variables

	Referencia	Mejor valor	% Ref	1	2	3
FVC	5.51	5.11	93	5.11	5.08	5.09
FEV ₁	4.45	4.11	92	4.11	4.02	4.04
FEV ₁ /FVC	82	80		80	79	79
FEF25-75%	4.92	3.82	78	3.82	3.64	3.70
PEF	11.25	11.34	101	11.34	11.02	11.00



Ejemplo de espirometría con 3 esfuerzos aceptables y repetibles. La variabilidad del FEV1 es sólo 70 ml y de 30 ml en FVC.

VIII. PRUEBA DE RESPUESTA AL BRONCODILATADOR

Determinar si la obstrucción al flujo aéreo es reversible con la administración de fármacos broncodilatadores inhalados, es un procedimiento común en la realización de la espirometría. Sin embargo, el tipo de fármaco, la dosis y la forma de administración son una decisión de orden clínica e individualizada a cada paciente, por lo que no puede ser completamente estandarizada en el laboratorio. ^(1,2)

VIII. PROCEDIMIENTO ⁽¹⁾

Instrucciones previas

Es muy recomendable que antes del día de la prueba el paciente sea advertido, en particular por escrito además de oralmente, de la conveniencia de evitar la administración de broncodilatadores en las horas previas al estudio.

El uso de beta-2-adrenérgicos por aerosol deberá suspenderse durante las 6 h precedentes como mínimo y el de teofilinas o derivados con un mínimo de 12 o más horas antes de la prueba, lo que depende de que el preparado de teofilina sea de acción rápida o de liberación prolongada.

No es necesario el ayuno previo requerido para otras pruebas. Sin embargo, el enfermo debe abstenerse de fumar en las horas anteriores a la prueba; es aconsejable evitar las comidas abundantes y las bebidas con contenido en cafeína en las horas previas. Particularmente importante y útil a la vez resulta la explicación del médico al paciente de la razón del estudio, en qué consiste y qué se espera que él ponga de su parte, al tiempo que advertirle de la necesidad por parte del técnico de dar una orden enérgica para facilitar la espiración súbita del aire. Como información valiosa para el estudio y la interpretación se destaca el diagnóstico clínico, la radiografía de tórax, los motivos médicos de la solicitud y el tratamiento actual del enfermo. Los pacientes con sospecha de tuberculosis activa deben acreditar la baciloscopía negativa del esputo. Aquéllos con historia reciente de hepatitis B y otras virosis agresivas serán considerados posibles portadores, deberán usar boquillas desechables y es recomendable la esterilización del equipo expuesto directamente a las secreciones del enfermo.

1. El individuo debe haber completado una espirometría basal con tres maniobras de FVC aceptables y repetibles para FVC y FEV1.
2. La dosis y método de administración del broncodilatador debe ser de acuerdo con la indicación clínica.

Sin embargo, los broncodilatadores inhalados más comunes son el salbutamol y el bromuro de ipratropio en presentaciones de 100 y 20 ug, respectivamente. Se recomiendan los siguientes pasos para su administración:

- a. Se debe usar cámara espaciadora
 - b. Se administra una sola dosis a la vez del broncodilatador
 - c. Realizar una espiración suave e incompleta
 - d. Disparar el medicamento e inhalar al máximo en una sola respiración
 - e. Sostener la respiración por 5 a 10 segundos antes de exhalar
 - f. Se administran 4 dosis por separado a intervalos de 30 segundos (dosis total de 400 ug de salbutamol o 240 ug de ipratropio)
 - g. Si existe preocupación por taquicardia o temblor, se pueden administrar dosis menores del medicamento
 - h. Reposo por 10 a 15 minutos para broncodilatadores β -agonistas y 30 minutos para anticolinérgicos
3. Se deben obtener tres nuevas maniobras de FVC que sean aceptables y repetibles

Determinación de reversibilidad

Los estándares internacionales de interpretación establecen que una respuesta significativa al broncodilatador está definida por una mejoría en FEV1 o FVC de 12% y que sea mayor a 200 mL, con respecto al valor basal. Este cambio es por lo general estadísticamente significativo con respecto al cambio esperado en la población sana y puede ser clínicamente relevante. Una respuesta ligeramente menor puede ser clínicamente significativa, pero debe interpretarse en el contexto de la reproducibilidad de la prueba pre y post-broncodilatador. Asimismo, los conceptos de reversibilidad y respuesta significativa al broncodilatador pueden ser diferentes.

Una mejoría de 12% y más de 200 mL se considera una respuesta significativa al fármaco. ⁽²⁾

En el contexto clínico, la obstrucción crónica al flujo aéreo característica de la EPOC, puede acompañarse de la respuesta positiva al broncodilatador o ser parcialmente reversible. En cambio, una reversibilidad completa que lleve a la normalización del FEV1, es compatible con el diagnóstico de Asma.

La obstrucción crónica en el Asma mal controlada puede dar una obstrucción irreversible (remodelación de la vía aérea) indistinguible de la EPOC por otras causas.

IX.REPORTE ESPIROMÉTRICO ⁽¹⁾

El reporte espirométrico debe contener toda la información necesaria para la valoración de calidad de la prueba y la interpretación adecuada de la misma.

Datos recomendados para el reporte de espirometría

1. Datos demográficos del paciente
2. Datos ambientales
3. Valores de referencia
4. Tres maniobras:
 - a) Valores (FEV1, FVC, FEV1/FVC, PEF) son las más importantes.
 - b) Valores (FEV6, FEV1/FEV6, si se utilizan) ⁽⁶⁾
 - c) Gráficas
5. Otros parámetros recomendados:
 - a) Fecha de última calibración ó
 - b) Repetibilidad (variabilidad FVC y FEV1 o FEV6) ⁽⁶⁾
 - c) Graduación de calidad
 - d) Interpretación automatizada

Es recomendable que se reporten los valores y gráficas de tres maniobras aceptables o las tres mejores de FVC. Para el resultado final, deben seleccionarse los valores más altos de FVC y FEV1 aunque estos no provengan de las mismas curvas. A su vez, estos valores deben ser utilizados para calcular el cociente FEV1/FVC. Todos los valores de función pulmonar se reportan en litros con dos decimales. El cociente FEV1/FVC se reporta como por ciento con un decimal.

En caso de espirometría con prueba de respuesta al broncodilatador, es recomendable que se muestren los valores y gráficas de las maniobras basales y las maniobras posterior al medicamento.

X. INTERPRETACIÓN DE LA ESPIROMETRÍA ⁽²⁾

PASOS RECOMENDADOS

1. Asegúrese de contar con la información suficiente

Antes que nada se debe estar seguro de contar con la información suficiente que permita valorar la calidad técnica de la prueba y realizar una buena interpretación. La información más importante, son, por supuesto, los valores de FEV1, FVC o FEV6, el cociente FEV1/FVC o FEV1/FEV6, y las gráficas de FV y VT. ⁽⁶⁾

2. Recuerde nuevamente qué mide la Espirometría

La espirometría es una prueba de función mecánica pulmonar que mide el tamaño del pulmón (FVC).

También mide la presencia o no de obstrucción al flujo aéreo (FEV1 y el cociente FEV1/FVC). Sin embargo, es una prueba que sólo mide el volumen de aire que se desplaza durante la exhalación, no es posible medir el volumen de aire que se queda en el tórax después de una máxima exhalación, este volumen se llama volumen residual y cuando se suma a la FVC se constituye la capacidad pulmonar total (TLC).

3 Gradúe la calidad de la prueba

El proceso de interpretación inicia con una graduación de calidad de la espirometría. Se determina si la prueba cuenta con tres maniobras de FVC aceptables y si estas maniobras son repetibles. Para este paso se han descrito seis grados de calidad que definen desde espirometrías muy aceptables y repetibles (Grado A)

a pruebas con aceptabilidad y repetibilidad muy pobre o no evaluable (Tabla 12.1). En la práctica es posible interpretar una espirometría de cualquier grado de calidad, pero cuando la calidad es mala, los resultados son menos concluyentes o son poco confiables.

Grado	Maniobras aceptables	Δ FEV ₁ y Δ FVC	Interpretación de calidad
A	3	<150 mL	Muy aceptable y muy repetible (estándar internacional)
B	3	<200 mL	Aceptable y repetible
C	2	<200 mL	Menos aceptable y repetible
D	2	>200 mL	Menos aceptable y variable
E	1		Inadecuada
F	0		Inadecuada

4. Interprete sólo los parámetros más confiables y útiles

Durante la interpretación siempre hay que enfocarse a los parámetros más confiables y reproducibles (FVC o FEV6, FEV1 y los cocientes FEV1/FVC o FEV1/FEV6). El PEF es un flujo secundario que puede ser útil. Con frecuencia, el reporte espirométrico contiene muchos parámetros adicionales que son redundantes, menos útiles y menos reproducibles.

5. Recuerde que significan los valores normales, esperados o predichos

Para definir la “normalidad” de una espirometría es necesario contar con un comparativo. Este comparativo son los valores de referencia, también llamados valores normales o predichos. Los valores “normales” son estimaciones matemáticas que describen un valor promedio de FVC o FEV1 que corresponden a un individuo de acuerdo al sexo, la edad y la estatura^(1,3,4)

La mayoría de los valores de referencia o predichos se han generado de estudios de población que incluyen cientos o miles de participantes, generalmente sanos y no fumadores. Se han encontrado diferencias raciales y poblacionales por lo que conviene saber de dónde provienen estos valores y si pueden ser usados en nuestra población. Los mejores valores de referencia son aquéllos que corresponden a la misma población, realizados con equipo y procedimientos similares^(1,3,4,5).

El objetivo principal de la interpretación de una espirometría, es definir si esta es “normal” o no. Para esto debemos conocer el límite inferior de normalidad (LIN) para la FVC, el FEV1 y la relación FEV1/FVC. Como LIN en una espirometría debe usarse la percentil 5 (p5); es decir, el punto que separa al 5% de la población con valores más bajos. En la práctica clínica y de manera tradicional, se usa el 80% del predicho de FEV1 y FVC como su LIN. Sin embargo, el 80% del predicho y la p5 no siempre coinciden, ya que pueden variar de acuerdo con la ecuación de referencia que se utilice (de la edad y de la talla).
(1,3,4)

6. Patrón Espirométrico

Para la determinación de patrones respiratorios normales o anormales se requieren varias pruebas de función respiratoria y se deben seguir las recomendaciones internacionales (ATS/ERS 2005). Sin embargo, con la Espirometría sólo se pueden definir el patrón espirométrico normal uno sugestivo de restricción y el patrón obstructivo.

Patrón normal

El patrón normal está definido por una relación FEV1/FVC arriba del LIN con FVC dentro de límites normales. En estas condiciones, al interpretar una espirometría, siempre es conveniente ver primero la relación FEV1/FVC.

Patrón restrictivo

En contraste, si la relación FEV1/FVC es normal ($>LIN$), pero la FVC es baja, estos parámetros sugieren restricción pulmonar. El término de restricción se refiere a un pulmón pequeño. Sin embargo, recordemos que la espirometría sólo mide volumen de aire que se desplaza, y no el que permanece dentro del tórax, al final de una espiración forzada (volumen residual). En casos de atrapamiento aéreo, como en la obstrucción grave, se puede desplazar poco volumen de aire, sugiriendo erróneamente un pulmón pequeño.

La confirmación de un patrón restrictivo o de un pulmón pequeño se hace midiendo la capacidad pulmonar total por pletismografía o DLCO estimándola en una TAC de tórax.

Patrón obstructivo

El patrón obstructivo en espirometría está definido siempre que la relación FEV1/FVC es baja, es decir $<LIN$. Esto significa que la resistencia al flujo de aire está aumentada y durante el primer segundo de la exhalación forzada sale menos aire de lo normal. Una vez que se determina un patrón obstructivo, se determina la gravedad de la obstrucción para lo cual se usa el FEV1.

7. Evalúa la respuesta al broncodilatador

En el proceso de interpretación se debe evaluar la respuesta al broncodilatador, particularmente cuando el patrón espirométrico es obstructivo. Para evaluar la respuesta al broncodilatador se usa el FEV1 y la FVC. Una respuesta positiva al broncodilatador se define cuando el FEV1 o la FVC mejora >200 mL y $>12\%$ del valor basal, ambos criterios deben cumplirse. Una respuesta positiva al broncodilatador generalmente se observa con mejoría en los valores de FEV1, FVC y su cociente (FEV1/FVC). Sin embargo, puede existir mejoría, vista sólo como un cambio en FVC. Este cambio puede estar asociado con mejoría en la hiperinflación pulmonar y también se asocia con menor disnea.

Cuando la respuesta al broncodilatador es positiva y la espirometría se normaliza o casi se normaliza, el resultado es compatible con Asma. Por el contrario, cuando no existe respuesta positiva al broncodilatador, pero se mantiene el patrón obstructivo, la espirometría sugiere obstrucción crónica al flujo aéreo, como sucede en la EPOC.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Vázquez García J, Pérez-Padilla José **MANUAL PARA EL USO Y LA INTERPRETACIÓN DE LA ESPIROMETRÍA POR EL MÉDICO**. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias "Ismael Cosío Villegas". México 2007.
2. R. Pellegrino, G. Viegi, V. Brusasco. **Interpretative strategies for lung function tests** Eur Respir J 2005; 26: 948–968
3. J.P. Janssens, J.C. Pache, L.P. Nicod **Physiological changes in respiratory function associated with ageing** Eur Respir J 1999; 13: 197±205
4. S.P. Kuster, D. Kuster, C. Schindler. Reference equations for lung function screening of healthy never-smoking adults aged 18–80 years Eur Respir J 2008; 31: 860–868.
5. Simon Kwok Fai Leung, Wing Wai Yew. **Lung Function Testing Prediction Equations : Do They Fit All?**. *Chest* 2008;133;1288-1289.
6. V Bellia, C Sorino, F Catalano, G Augugliaro. **Validation of FEV6 in the elderly: correlates of performance and repeatability**. *Thorax* 2008;63:60–66. doi:10.1136/thx.2007.080572.
7. J Sanchis Aldás, J Roca Torrent. **Espirometría Forzada**. Recomendaciones SEPAR.
8. **¿Es necesario calibrar el espirómetro Easy on-PC?**. Disponible en : <https://www.ndd.ch/es/soporte/preguntas-frecuentes/es-necesario-calibrar-el-espirometro-easy-on-pc.html>